

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-176727

(43)Date of publication of application : 02.07.1999

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G01B 17/00

G03F 7/20

(21)Application number : 09-341445

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 11.12.1997

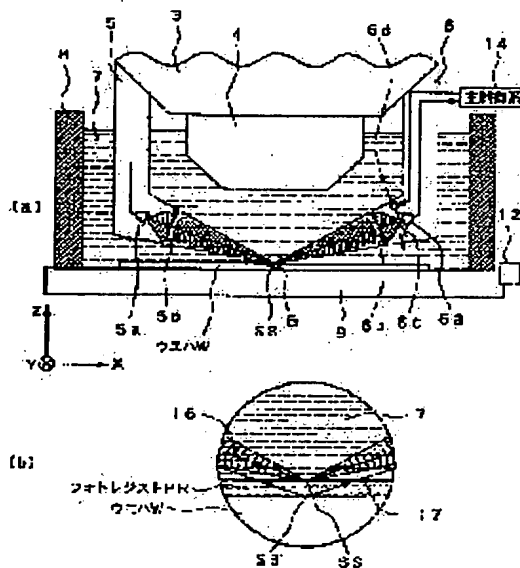
(72)Inventor : SHIRAISHI NAOMASA

(54) PROJECTION ALIGNER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To detect with high precision a position in an optical axis direction of a projection optical system on a surface of a substrate, even when wavelengths of aligned lights are substantially reduced and moreover the alignment is carried out in a liquid.

SOLUTION: A liquid 7 is supplied to a sidewall 8 so as to satisfy a gap between a lens 4 of a projection optical system which is closest to a wafer W and the wafer W. Ultrasonic waves are emitted from an ultrasonic emission system 5, and the ultrasonic waves reflected by an ultrasonic focusing position SS are received by an ultrasonic reception system 6. Based on a detection signal from the ultrasonic reception system 6, a defocusing amount from a best focusing position in a focusing position SS of ultrasonic waves is acquired. Based on the acquired defocusing amount, a sample or pedestal 9 is driven in a Z-direction to control a focusing position.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

特開平11-176727

(43) 公開日 平成11年(1999)7月2日

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I
H01L 21/027		H01L 21/30
G01B 17/00		526Z
G03F 7/20	521	G01B 17/00
		B
		G03F 7/20
		521
		H01L 21/30
		514C

審査請求 未請求 請求項の数 5 OL (全 6 頁)

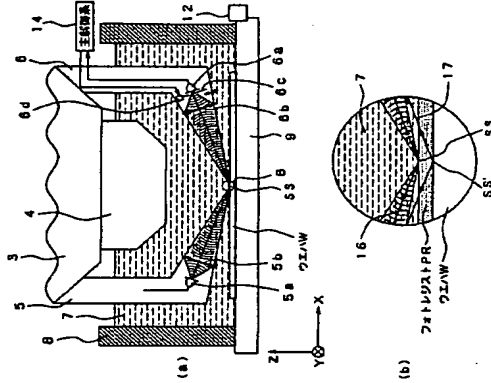
(21) 出願番号	特願99-34145	(71) 出願人	00000412
			株式会社ニコン
(22) 出願日	平成9年(1997)12月11日		
		(72) 発明者	白石 廣正
			東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
		(74) 代理人	非理士 大蔵 聡
			東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(54) 【発明の名称】 投影露光装置

(57) 【要約】

【課題】 露光光を質的に短波長化し、また、露光が液体中で行われる場合であっても、基板表面の投影光学系の光軸方向の位置を高精度に検出する。

【解決手段】 ウエハWとの間に最も近い投影光学系のレンズ4とウエハWとの間に最も近い投影光学系のレンズ7を供給する。超音波射出系5から超音波を射出し、超音波集束位置SSにおいて反射した超音波を超音波受信系6により受信する。超音波受信系6からの検出信号に基づいて、超音波の集束位置SSにおけるベストフォーカス位置からのデフォーカス量を求める。求められたデフォーカス量に基づいて試料台9をZ方向に駆動し、フォーカス位置の制御を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 マスクパターンを投影光学系を介して基板上に転写する投影露光装置において、

前記基板の表面に所定の液体を供給する液体装置と、前記基板の表面に前記液体を介して超音波を送出し、前記基板で反射される超音波を検出することによって前記表面の前記投影光学系の光軸方向の位置を検出する超音波方式の面位置検出装置と、

を備えたことを特徴とする投影露光装置。

【請求項2】 前記基板の表面に感光材料が塗布されている際に、

前記面位置検出装置は、前記感光材料の表面の前記投影光学系の光軸方向の位置を検出することを特徴とする請求項1記載の投影露光装置。

【請求項3】 前記投影光学系の前記基板側の光学素子の先端部と前記基板の表面との間を満たすように前記液体が供給されることを特徴とする請求項1、又は2記載の投影露光装置。

【請求項4】 前記液体は、水、又は有機溶媒であることを特徴とする請求項1、2、又は3記載の投影露光装置。

【請求項5】 前記基板を保持して該基板を前記投影光学系の光軸に垂直な平面上で位置決めする基板ステージと、

前記面位置検出装置の検出結果に基づいて前記基板の前記投影光学系の光軸方向の位置を制御する高さ制御ステ *

$$R = k_1 \cdot \lambda / NA$$

$$\delta = k_2 \cdot \lambda / NA^2$$

ここで、 λ は露光波長、 NA は投影光学系の開口数、 k はプロセッス係数である。同じ解像度を得る場合には短い波長の露光を用いた方が大きな焦点深度を得ることができる。しかしながら、投影光学系に使用される透過性の光学部材（材料）の分光透過特性を考慮すると、現時点ではA r Fエキシマレーザの193 nmより短い波長の露光を透過できると共に、比較的大きなレンズを形成できる均一な材料はほとんどない。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 上記の如く従来の投影露光装置（投影光学系）では、A r Fエキシマレーザの193 nmより短い波長の露光を使用することは困難である。そこで、実質的に露光波長を短くする方法として、液投法が提案されている。これは、ウエハを所定の液体中に浸し、液体中の露光光の波長が、空気中の1/n倍（nは液体の屈折率で通常1.2〜1.6程度）になることを利用して解像度を向上し、焦点深度を増大するというものである。

【0006】ところで、露光時には、露光範囲全体が没収

$$\text{反射率} = \{ (1 - 1/n)^2 + (1 + 1/n)^2 \} \cdot \frac{1}{2} \times 100$$

$$= 6.7 (\%)$$

空気-フォトリソレジスト界面では、合焦検出用の光束の比

★と、を備えたことを特徴とする請求項1〜4の何れか一項記載の投影露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば、半導体素子、液晶表示素子、又は薄膜回路ヘッド等を製造するためのリソグラフィ工程に用いられる投影露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体素子等を製造する際に、フォトマスクとしてのレチクルのパターンの像を投影光学系を介して、基板としてのレジストが塗布されたウエハ（又はガラスプレート等）上の特ジョット領域に転写するステッパー型、又はステッピング・アンド・スキャン方式等の投影露光装置が使用されている。

【0003】 投影露光装置に備えられている投影光学系の解像度は、使用する露光波長が短く、投影光学系の開口数が高いほど高くなる。そのため、集積回路の微細化に伴い投影露光装置で用いられる露光波長は年々短波長化しており、投影光学系の開口数も増大してきている。そして、現在主流の露光波長は、K r Fエキシマレーザの248 nmであるが、更に短波長のA r Fエキシマレーザの193 nmの使用も検討されている。

【0004】 また、露光を行う際には、解像度と同様に焦点深度も重要となる。解像度R、及び焦点深度δはそれぞれ以下の式で表される。

$$(1)$$

$$(2)$$

※投影光学系の焦点深度の範囲内に入る必要があるため、投影露光装置には、合焦機構（オートフォーカス機構）が設けられている。これは、一般に露光すべきウエハの表面上に斜入射で光ビームを入射し、その反射光を対面の光学系で受光してウエハ表面の合焦状態を検出し、ウエハを上下に移動して合焦位置へ追いつくというものである。

【0007】 露光されるウエハ表面には感光膜（フォトリソレジスト）が塗布されており、このフォトリソレジストにパターンが転写される。そこで、このフォトリソレジスト表面を投影光学系の焦点位置に一致させることが望ましく、フォトリソレジスト表面の位置を検出する必要がある。従来の投影露光装置では、ウエハが配置される空間は空気、又は窒素等の気体で満たされている。そして、例えば空気中の屈折率は1であり、ウエハ表面に塗布されたフォトリソレジスト界面における光の反射率は、フレネルの式より以下のように計算される。

$$(3)$$

は、集光位置Sが投影光学系PLの像面（ベストフォーカス位置）に合致しているときに0になるようにキャリブレーションが行われており、主制御系14は、フォーカス信号Dよりデフォーカス量（ずれ量）を求めることができる。ウエハWのフォーカス位置が上方にある場合には、Zステージ10（ウエハW）を下方に移動し、逆にフォーカス位置が下方にある場合には、Zステージ10（ウエハW）を上方に移動して露光を行うことになる。

【0024】なお、本例では液体7として水（屈折率1.3）を使用した。液体7として有機溶媒（例えばアルコール、セダー油等）を用いることもできる。この場合には、投影光学系PLの像面3が露光しにくくなるという利点がある。また、セダー油（屈折率1.5）を用いる場合には、その屈折率が1.5と大きく、露光光を実質的により短波長化することができる。

【0025】なお、フォーカス位置の検出については、超音波放射系5に複数の開口を有する超音波を配置し、フォトレジスト表面の複数の点での各フォーカス位置を検出するようにしてもよく、あるいは、大きな開口を有する超音波を超音波放射系6内に配置して、同時に複数の点での各フォーカス位置を検出するようにしてもよい。

【0026】なお、上記の実施の形態では、超音波を用いてウエハのフォトレジスト表面のフォーカス位置を検出したが、超音波を用いてフォトレジスト表面の傾斜角を検出するレベリングセンサを用いてもよい。このレベリングセンサでは、ウエハの表面にほぼ平行に進む超音波を照射して、反射される超音波の集音位置を検出すればよい。

【0027】なお、本発明は上述の実施の形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得ることは勿論である。

【0028】

【発明の効果】本発明の投影露光装置によれば、マスクのパターン像を液体を介して基板の表面に露光するため、基板表面における露光光の波長を実質的に空気中における波長の液体の屈折率の逆数倍に短波長化できる。また、超音波方式の面位置検出装置により基板表面の光軸方向の位置を検出するため、光学式の面位置検出装置では面位置の検出が困難な液体中においても、その位置を高精度に検出することができる。

【0029】また、面位置検出装置が、露光材料の表面の投影光学系の光軸方向の位置を検出する場合には、その検出情報に基づいて投影光学系の像面に対してその感

光材料の表面を高精度に合わせ込むことができる。また、投影光学系の基板側の光学素子の先端部とその基板の表面との間を満たすように液体が供給される場合には、露光光を空気中の $1/n$ 倍（ n は液体の屈折率）に短波長化できる。また、投影光学系の鏡筒が液体に接触しないため、投影光学系の鏡筒が露光しにくくなるという利点がある。

【0030】また、液体が、水である場合には、その入手が容易であるという利点がある。液体が、有機溶媒（例えばアルコール、セダー油等）である場合には、投影光学系の鏡筒が露光しにくいという利点がある。さらに、液体としてセダー油を用いる場合には、その屈折率が1.5と水（屈折率1.3）等に比べて大きく、露光光をより短波長化することができる。

【0031】また、基板を保持してこの基板を投影光学系の光軸に垂直な平面上で位置決めする基板ステージと、面位置検出装置の検出結果に基づいてその基板の投影光学系の光軸方向の位置を制御する高さ制御ステージとを備える場合には、投影光学系の像面を基板表面上の露光位置に合わせ込むことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明の実施の形態の一例の投影露光装置を示す概略構成図、(b)は図1(a)の側面近傍を示す拡大図である。

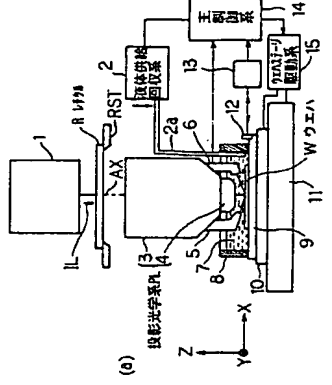
【図2】(a)は図1(a)の投影露光装置下部の構成を示す部分拡大図、(b)は図2(a)のD部の拡大図である。

【図3】ウエハW上のフォトレジスト表面のフォーカス位置Zとフォーカス信号Dとの関係を示す図である。

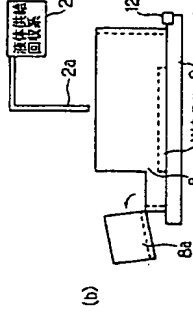
【符号の説明】

- W ウエハ
- R レチクル
- PL 投影光学系
- 1 照明光学系
- 2 液体供給回収系
- 3 鏡筒
- 4 レンズ
- 5 超音波放射系
- 6 超音波受係系
- 7 液体
- 8 側壁
- 9 材料台
- 10 Zステージ
- 14 主制御系
- 15 ウエハステージ駆動系

【図1】

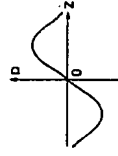


(a)



(b)

【図3】



THIS PAGE BLANK (USPTO)